

LAPORAN TUGAS AHKIR

**PRARANCANGAN PABRIK
ETIL KLORIDA DARI *HIDROGEN KLORIDA* DAN *ETILEN*
KAPASITAS 45.150 TON/TAHUN**



Oleh :

Zea Boga Elnas
D 500 040 022

Dosen Pembimbing :
Ir. H. Haryanto, AR, MS
Hamid Abdillah, S.T

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2010**



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Etil klorida pertama kali ditemukan oleh Basil Valensi pada tahun 1940. Etil klorida banyak diperlukan dalam bidang industri antara lain digunakan sebagai bahan baku pembuatan etil selulosa, cat, obat-obatan, *refrigerant* dan bahan baku pembuatan *tetra ethyl lead* (TEL) dimana TEL ini adalah bahan adiktif yang digunakan dalam bahan bakar dengan tujuan untuk menaikkan angka oktannya. Selain etil klorida juga banyak digunakan sebagai bahan anestesik, solven, sebagai bahan untuk industri plastik. Etil klorida merupakan senyawa organik yang reaktif, tidak larut dalam air, jernih atau tidak berwarna, pada suhu kamar berupa gas karena titik didihnya sangat rendah yaitu $12,3^{\circ}\text{C}$. Dilihat dari fungsinya maka kebutuhan etil klorida akan semakin meningkat dalam industri baik di bidang kimia maupun kesehatan, baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

Bahan baku pembuatan etil klorida adalah etilen yang diperoleh dari PT Chandra Asri, Cilegon, Banten, sedangkan untuk hidrogen klorida (HCl) diperoleh dari PT Sulfindo Adi Usaha, Serang, Banten. Adanya peningkatan impor dan berkembangnya industri kimia di Indonesia, dirasakan cukup penting dan layak untuk merancang dan mendirikan pabrik etil klorida di Indonesia

Keuntungan mendirikan pabrik etil klorida di Indonesia adalah :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan terhadap Negara lain, serta dapat menghemat devisa Negara.
2. Dapat memacu pertumbuhan industri-industri hilir, khususnya yang menggunakan etil klorida sebagai bahan baku maupun bahan tambahan.
3. Menciptakan lapangan kerja baru, sehingga diharapkan dapat meningkatkan taraf kehidupan rakyat.



1.2. Kapasitas Perancangan

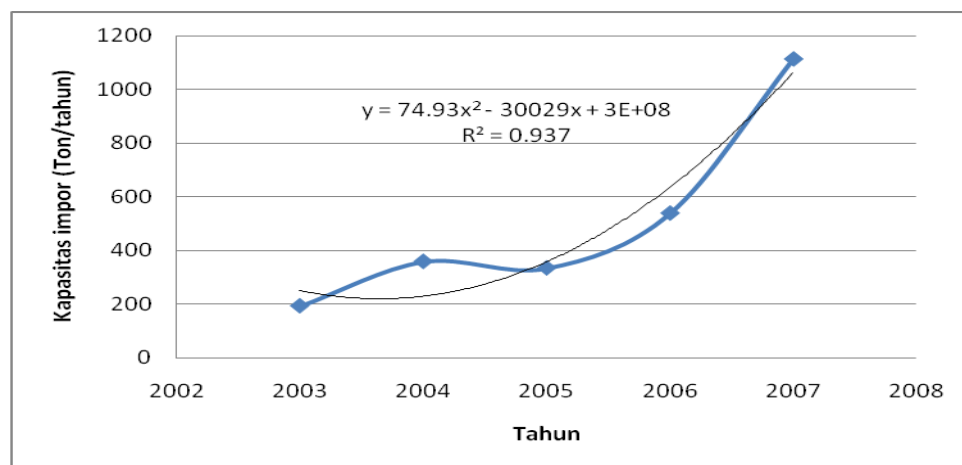
Pemilihan kapasitas pabrik etil klorida ini terdapat beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan, yaitu :

1. Proyeksikan kebutuhan etil klorida dari tahun ke tahun di Indonesia.

Tabel 1. Kapasitas Kebutuhan Etil Klorida dari BPS

Tahun	Kapasitas(kg/tahun)
2004	192.285
2005	358.180
2006	333.741
2007	538.516
2008	1.114.364

(Badan Pusat Statistik, 2004 – 2008)



Gambar 1. Grafik Kebutuhan Impor Etil Klorida di Indonesia



Persamaan yang diperoleh $y = 74.93x^2 - 30029x + 3E+08$ dimana x menunjukkan tahun impor dan y menunjukkan kapasitas impor dalam ton/tahun. Maka dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksikan kapasitas impor untuk tahun 2015 ialah sebesar 600.000 Ton/tahun.

Dengan memperhatikan pertimbangan kapasitas perancangan minimum dan kebutuhan impor etil klorida Indonesia maka dapat ditentukan kapasitas pabrik etil klorida yang akan berdiri tahun 2015 sebesar 45.150 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku .

Bahan baku pembuatan etil klorida adalah *etilen* yang diperoleh dari PT Chandra Asri, Cilegon, Banten, sedangkan untuk hidrogen klorida (HCl) diperoleh dari PT Sulfindo Adi Usaha, Serang, Banten.

3. Kapasitas minimal pabrik yang telah berproduksi.

Tabel 2. Kapasitas Minimal Pabrik Yang Berproduksi

	Lokasi	Kapasitas (Ton/th)
Dow Chemical	Freeport, Texas	34.019,250
DuPont	Deepwater, New Jersey	49.894,900
Ethyl	Baton Rouge, Louisiana	95.253,900
Ethyl	Pasadena, Texas	68.038,500
PPG	Lake Charles, Louisiana	54.430,800
Total U.S.		301.637,350

dari tabel di atas kita dapat mengetahui kapasitas minimal pabrik yang berproduksi adalah 34.019,250 ton/th oleh Dow Chemical dengan lokasi pembuatannya di Freeport, Texas.



1.3. Pemilihan lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu pabrik. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara umum faktor yang mempengaruhi lokasi pabrik adalah :

a. Faktor primer

1. Ketersediaan bahan baku
2. Dekat dengan pasar
3. Adanya sarana transportasi yang baik
4. Tersedianya tenaga kerja yang murah
5. Kebutuhan utilitas

b. Faktor sekunder

1. Komunikasi
2. Iklim yang mendukung
3. Kebijakan pemerintah

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut di atas maka dipilih lokasi di daerah Cilegon, Banten karena :

1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku merupakan hal yang paling utama dalam pengoperasian pabrik karena pabrik akan beroperasi atau tidak sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku. Pabrik etil klorida akan didirikan di daerah Cilegon, Banten karena letaknya berdekatan dengan sumber bahan baku utama, yaitu etilen yang didapat dari PT Chandra Asri, sehingga biaya pengangkutan serta dana untuk investasi fasilitas penyimpanan serta inventori bahan baku dapat dikurangi. Sedangkan untuk bahan baku hidrogen klorida diperoleh dari PT Sulfindo Adi Usaha, Serang, Banten.



2. Pemasaran

Cilegon relatif dekat dengan industri- industri karena merupakan kota yang industrinya sangat berkembang sehingga produk etil klorida tidak akan mengalami kesulitan untuk didistribusikan ke konsumen yaitu pabrik-pabrik pemakai etil klorida sebagai bahan baku, sehingga kebutuhan lokal dapat tercukupi dan dana investasi penyimpanan produk dapat dikurangi.

3. Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama bagi tersedianya bahan baku maupun pemasaran produk. Fasilitas transportasi yang dimiliki Cilegon adalah meliputi transportasi darat (jalan raya dan jalur kereta api Surabaya-Jakarta). Cilegon juga mempunyai transportasi udara yaitu bandara Sukarno-Hatta, sehingga diharapkan sirkulasi pasokan bahan baku dan pemasaran hasil produk baik untuk dalam negeri maupun luar negeri dapat berjalan lancar.

4. Tenaga kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal yang penting dalam industri kimia. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia yang ditinjau dari dari aspek pendidikan, ketrampilan, tanggung jawab yang dipunyai, dan lain-lain. Dengan didirikannya pabrik etil klorida ini akan berdampak terbukanya lapangan pekerjaan baru di Cilegon baik untuk tenaga kerja ahli atau tidak. Ini berarti pengangguran dapat dikurangi serta pemerataan kesempatan kerja dan kekuatan ekonomi indonesia akan lebih mudah.

5. Utilitas

Pabrik etil klorida ini cukup banyak memerlukan air yaitu sebagai proses dalam produksi, juga kebutuhan air untuk rumah tangga, air minum, air perkantoran, dan lain-lain. Untuk penyediaan air ini dapat diperoleh dari sungai Cidanau. Sedangkan bahan bakar sebagai sumber energi dapat



diperoleh dengan membeli dari Pertamina dan untuk listrik didapat dari PLN dan penyediaan generator sebagai cadangan.

6. Komunikasi

Komunikasi merupakan salah satu faktor yang penting dalam kemajuan suatu industri. Di Cilegon fasilitas telepon sangatlah mudah didapat sehingga tidak menghambat arus komunikasi.

7. Iklim

Iklim yang terdapat pada lokasi pabrik juga akan memengaruhi aktifitas dan proses yang ada. Jika iklim terlalu panas akan mengakibatkan pendingin yang diperlukan akan lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab akan mengakibatkan bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan biaya perlindungan khusus terhadap alat-alat proses. Cilegon merupakan daerah yang memiliki iklim kering dengan curah hujan tinggi, serta memiliki suhu relatif panas. Dari data di atas disimpulkan bahwa Cilegon sesuai jika didirikan industri etil klorida.

8. Kebijakan pemerintah

Kebijakan pemerintah dalam pemerataan penduduk di Indonesia serta pemerataan tingkat kemajuan ekonomi dapat didukung perwujudannya salah satunya dengan mendirikan pabrik etil klorida di Cilegon bertolak pada hal tersebut maka pendirian pabrik ini sangat didukung oleh pemerintah sehingga fasilitas seperti perijinan pendirian pabrik dan lain-lain akan dipermudah. Selain itu industri etil klorida tidak termasuk kedalam daftar industri yang tertutup terhadap penanam modal atau yang lebih dikenal sebagai Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam paket kebijakan pemerintah 4 Juni 1996.



1.4. Tinjauan pustaka

1.4.1. Pemilihan proses

Ada tiga proses pembuatan etil klorida :

1. Klorinasi etana

Klorinasi ini dapat berlangsung pada tiga keadaan, yaitu pada proses thermal klorinasi, proses petrokimia dan proses katalitik. Dari ketiga proses ini yang paling menguntungkan adalah proses thermal klorinasi. Reaksi yang terjadi pada proses thermal klorinasi adalah sebagai berikut



Reaksi persamaan 1 merupakan reaksi eksotermis (-27,9 kcal /grmol) yang berlangsung pada *temperature* 230°C. Pada *temperature* sekitar 400°C akan terjadi mekanisme reaksi radikal sebagai berikut :



Temperature reaksi harus dipertahankan selalu tetap untuk mengurangi terjadinya produk samping, mencegah terjadinya pirolisa etil klorida menjadi *etilen* dan hidrogen klorida, dan terjadinya reaksi karbonisasi. Reaksi karbonisasi dapat terjadi jika perbandingan antara klorin dan etana sangat besar, sedangkan pirolisa terjadi jika temperaturnya terlalu tinggi. Untuk itu reaktor yang digunakan harus merupakan reaktor yang dilengkapi pendingin agar panas yang timbul bisa diserap sehingga suhunya konstan. Reaktor jenis ini adalah reaktor *fluidized bed*, dengan zat terfluidisasi bukan merupakan katalis, misalnya pasir dengan ukuran 60 dan 140



mesh. Klorin dan etana dimasukkan dari dasar reaktor melalui *jets* yang berdiameter 1/16 dan 1/4 inch.

Etil klorida yang dihasilkan sangat tergantung pada perbandingan klorin dan etana yang digunakan. Pada perbandingan klorin dan etana sebesar dua banding satu, etil klorida yang dihasilkan sebesar 95,5%. Selektifitas terbesar dihasilkan pada *temperature* operasi 350-400°C. Karena karbon terbentuk pada *temperature* 400-450°C, maka range suhu 350-400°C merupakan *range* yang terbaik. Tekanan operasi sebaiknya cukup tinggi dan waktu kontak reaksi adalah sebesar 1-2 detik.

2. Hidroklorinasi etilene

Hidroklorinasi etilene menjadi etil klorida dapat terjadi pada fasa uap dan fasa cair. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Bila proses berlangsung pada fasa uap, reaksi terjadi pada reaktor *fixed bed* dengan menggunakan katalis dan produk reaktor berupa gas masuk ke proses pemurnian. Proses berlangsung pada *temperature* 175°C dan tekanan 17 atm, dengan katalis tembaga klorida yang didukung seng klorida diatas alumina berpori. Konversi per pass-nya sebesar 90% dan *yield* yang dihasilkan sebesar 99,5%. Bila katalis yang digunakan seng klorida dengan charcoal, maka konversi yang diperoleh hanya 84%. Proses fasa uap ini sulit karena sulitnya regenerasi katalis dan memerlukan sistem pendingin untuk menjaga *temperature* reaksi tetap.

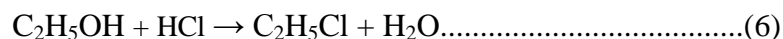
Pada proses fasa cair, uap etilena dan uap hidrogen klorida dicampur selanjutnya diumpankan kedalam tangki yang sebagian telah diisi katalis cair. Katalis yang digunakan adalah zing klorida dengan konsentrasi kurang dari 1%. Konsentrasi katalis yang sering digunakan sebesar 0,2–0,3% berat. Reaksi antara *etilen* dan hidrogen klorida merupakan reaksi yang sangat cepat dan menghasilkan panas. Untuk



itu reaktor yang digunakan harus dilengkapi dengan pendingin. Untuk mencegah terjadinya deaktivasi katalis, sebagian cairan di dalam reaktor perlu dibuang. Umpan hidrogen klorida yang tidak bereaksi *direcovery* dan di *recycle*. Proses ini menghasilkan *yield* sebesar 98%. Banyaknya katalis yang digunakan adalah 0,5 sampai 0,8 lb setiap 100 lb etil klorida.

3. Reaksi katalitik etanol dan hidrogen klorida

Pada proses ini, etanol dan hidrogen klorida direaksikan dengan menggunakan katalis seng klorida pada *temperature* 160-195°C yang akan menghasilkan etil klorida dan air. Reaksi terjadi adalah :



Proses ini berlangsung pada tekanan 2 atm dan dilakukan dalam reaktor *fixed bed multitube*. Pada proses ini konversinya sebesar 95%, berdasarkan pada etanolnya dan kemurnian 99%. yang perlu diperhatikan pada proses ini adalah terbentuknya reaksi samping, yaitu kombinasi dua molekul etanol akan menghasilkan dietil eter, sesuai dengan reaksi sebagai berikut:



Untuk mencegah terjadinya reaksi 7, maka harus digunakan hidrogen klorida yang berlebihan, yaitu 10-15% eks. Proses yang terjadi adalah etanol dan hidrogen klorida dimasukkan kedalam reaktor.

Produk etil klorida yang berbentuk uap dilewatkan melalui *water scrubber*, sehingga memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Selanjutnya produk etil klorida disimpan dalam tangki *storage*. Pada pra rancangan pabrik etil klorida ini dipilih



dengan menggunakan proses Hidroklorinasi *etilen*, karena proses ini mempunyai beberapa keuntungan, yaitu :

- a. Proses ini pelaksanaannya lebih mudah dibanding proses pertama dan ketiga. *Temperature* operasi adalah 175°C , sedangkan tekanan operasinya sebesar 28 atm.
- b. Biaya produksinya lebih murah dibandingkan dengan proses pertama dan proses yang ketiga. Hal ini disebabkan karena harga bahan bakunya, yaitu hidrogen klorida lebih murah jika dibandingkan dengan etana, klorin, maupun ethanol.

1.5. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia

1.51. Etilen (C_2H_4)

Sifat Fisika :

- Rumus molekul : C_2H_4
- Komposisi :
 - C_2H_4 : 98,15 %
 - C_2H_6 : 1,5 %
- Berat molekul (BM) : 28 kg/kgmol
- Titik didih : -104°C
- Titik beku : $-168,99^{\circ}\text{C}$
- Densitas@ 25°C : $7,63 \text{ kg/cm}^3$
- Tekanan kritis : 50,32 Bar
- Viskositas@ 25°C : 0,19 cp
- Fase : gas

(Kirk & Othmer, vol. 6, 1993)



Sifat Kimia :

- Polimerisasi

Etilen dapat bergabung dengan etilen yang lain untuk membentuk molekul yang lebih besar (polimer) dengan cara memutus ikatan rangkap dua dan kemudian membentuk molekul yang lebih besar.

- Hidrogenasi

Etilen dapat berubah menjadi etana melalui proses hidrogenasi langsung pada katalis Ni dengan kondisi suhu 300°C.

- Oksidasi

Zat pengoksidasi kuat dapat mengoksidasi sempurna etilen menjadi karbondioksida dan air. Etilen dalam larutan basa atau berair bereaksi dengan oksidator lemah menjadi glikol. Reaksi ini dikenal dengan tes *bayer* yang digunakan untuk membuktikan adanya ikatan rangkap dengan menggunakan KMnO_4 .

- Adisi

Penambahan brom pada senyawa berikatan rangkap menghasilkan dibromida sehingga senyawa baru menjadi jenuh. Reaksi ini juga digunakan untuk mengidentifikasi adanya ikatan rangkap yang ditunjukkan dengan hilangnya warna coklat dari larutan brom.



1.5.2 Hidrogen Klorida (HCl)

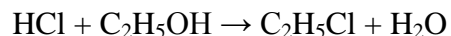
Sifat Fisika :

- Rumus molekul : HCl
- Komposisi
 - HCl : 99%
 - H₂O : 1%
- Berat molekul : 36,4606 kg/kgmol
- Titik didih : -85, 05°C
- Titik beku : -114,03°C
- Densitas @25°C : 7,96 g/cm³
- Tekanan kritis : 8.3 Bar
- Viscositas : 0,07 cp
- Fase : gas

(Kirk & Othmer, Vol. 6, 1993)

Sifat Kimia :

Sifat kimia hidrogen klorida adalah jika direaksikan dengan etil klorida pada *temperature* 160-195°C dan tekanan 2 atm serta dengan katalis seng klorida, akan menghasilkan etil klorida dan air.



1.5.3. Etil Klorida (Produk)

Sifat Fisika :

- Rumus Molekul : C₂H₅Cl
 - C₂H₅Cl : 99,97%
 - HCl : 0,01%
 - H₂O : 0,02%



-
-
- Berat Molekul : 64,52 kg/kgmol
 - Titik didih : 12,3°C
 - Titik beku : -136,25°C
 - Tekanan kritis : 52,69 Bar
 - Panas penguapan : 24,75 (kj/mol)
 - Densitas@25°C : 0,89 g/ml
 - Fase : gas

(Kirk & Othmer, vol 6, 1993)

Sifat Kimia :

Etil klorida akan terdekomposisi pada *temperature* yang tinggi menjadi etilena dan hidrogen klorida. Dekomposisi ini akan meningkat pada *temperature* 400-500°C. bila etil klorida dipanaskan pada tempertur 500-600°C dan dilewatkan pada *pumice packing* yang panas akan terdekomposisi menjadi etilena dan hidrogen klorida dan jumlah yang lebih banyak.dekomposisi ini akan dikontakkan dengan klorida dari nikel, cobalt, besi, natrium, kalium dan perak.



Reaksi etil klorida dengan uap air pada *temperaturee* 300-425°C dengan adanya katalis seperti titanium oksida dan barium klorida akan menghasilkan 1,1 dikloroethena dan 1,1,1 trikloroethena. Bila klorinasi terjadi pada pengaruh panas yang lebih banyak akan dihasilkan parkloroethena. Reaksi antara etil klorida dan benzena pada 25°C dengan katalis friedel crafts menghasilkan etil benzene dan dietil benzene.



1.6. Tinjauan Proses

Proses pembuatan etil klorida dikondisikan pada suhu 175°C dan tekanan 17 atm akan diperoleh konversi mencapai 84%. Reaksi :



Reaktor yang digunakan adalah *fixed bed multi tube*, non adiabatik dan isothermal dengan media pendingin air. Produk keluar reaktor berupa gas akan diumpankan menuju Separator untuk memisahkan gas dan cairan. Untuk proses selanjutnya diumpankan menuju Menara Destilasi yang berfungsi untuk memisahkan produk etil klorida dengan air sehingga kadar etil klorida menjadi tinggi yaitu 99,97%.